

- 1 Auf Glasvlies gedruckte Sensoren mit Zuleitungen, von Invent GmbH in GFK integriert.
- 2 Gedruckte miniaturisierte Sensorstruktur mittels Aerosol Jet auf CFK.

## INTEGRATION GEDRUCKTER SENSOREN IN FASERVERBUNDWERKSTOFFE

### Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM

Formgebung und Funktionswerkstoffe

Prof. Dr.-Ing. Matthias Busse  
Wiener Straße 12  
28359 Bremen

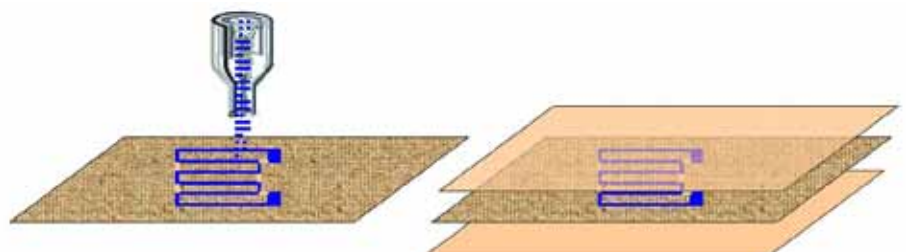
Kontakt:  
Dr.-Ing. Dirk Godlinski  
Dr. Volker Zöllmer

Telefon +49 421 2246-211  
Fax +49 421 2246-300  
printing@ifam.fraunhofer.de

www.ifam.fraunhofer.de  
© Fraunhofer IFAM

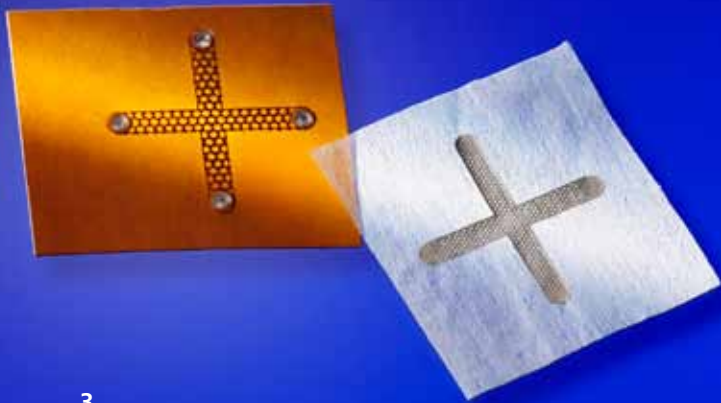
Faserverbundwerkstoffe haben ein hohes Potenzial für den innovativen Leichtbau. Die Vorteile können derzeit nicht vollständig ausgereizt werden: Es treten Qualitätsschwankungen aufgrund der teilweise noch manuellen Herstellungsprozesse auf und die besonderen Materialeigenschaften dieser Werkstoffklasse lassen Überlastungen und Schädigungen während des Betriebs nicht offensichtlich erkennen. Aus diesen Gründen müssen Bauteile aus Faserverbundwerkstoffen momentan mit großen Sicherheitsaufschlägen ausgelegt bzw. im Einsatz engen Wartungsintervallen unterworfen werden.

Eine Sensorisierung von Faserverbundwerkstoffen zur Qualitätskontrolle oder während des Einsatzes (Structural Health Monitoring, SHM) wäre deshalb wünschenswert – idealerweise auch direkt im Inneren des Bauteils, allerdings ohne die Integrität des Faserverbundaufbaus zu stören. Deshalb können selbst dünne folienbasierte Sensoren problematisch sein zumal durch das manuelle Aufbringen von beispielsweise Dehnungsmessstreifen (DMS) sich eine Integration in Faserverbundwerkstoffe und deren Fertigungsprozesse schwierig bis unmöglich gestaltet.

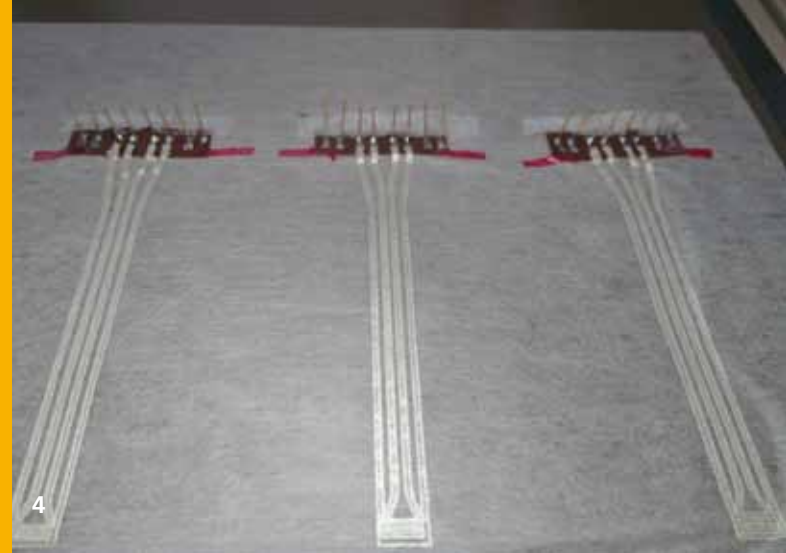


Schema zur Integration gedruckter Sensoren in Faserverbundwerkstoffe.





3



4

## Vorteile

Mit Druckprozessen wie Siebdruck oder Dispensen und geeigneten verdruckbaren Materialien können maßgeschneiderte Sensorstrukturen direkt auf Vliese oder Gewebe appliziert werden, die als eine durchtränkbare Textilage im Herstellungsprozess des Faserverbundwerkstoffs eingesetzt werden. Die wesentlichen Vorteile dieses Ansatzes sind:

- ➔ Minimale Beeinflussung der mechanischen Eigenschaften der Verbundwerkstoffe
- ➔ Individuelle Auslegung und Fertigung der Sensorstrukturen
- ➔ Ideale Platzierung der Sensoren auf oder im Bauteil
- ➔ Integration in den Fertigungsprozess des Verbundwerkstoffs unter Vermeidung manueller Schritte

## Anwendungen

Derartig sensorierte Komponenten aus Verbundwerkstoffen weisen ein hohes Potenzial für die Anwendung im Flugzeugbau (Ribbenstruktur, Stringer, Profile), aber auch für Automotiveanwendungen oder für Windkraftanlagen auf. Eine erfolgreiche Sensorierung von Vliesstrukturen für Faserverbundkonstruktionen verspricht zudem Lösungsansätze für die Sensorierung von Textilien für Schutz- und Sportbekleidungen.

Je nach Anwendung bestehen folgende Funktionalisierungsmöglichkeiten der Verbundwerkstoffe:

- Dehnungssensoren
- Temperatursensoren
- Feuchtesensoren
- Leiterbahnen und Kontaktierungen
- Antennen
- Heizstrukturen

## Unser Angebot

Das Fraunhofer IFAM kann insbesondere auf folgendes Know-how zurückgreifen:

- Auslegung von gedruckten Sensoren (FE-Simulation, Robust Design),
- Auswahl und Formulierung verdruckbarer funktioneller Materialien sowie
- Anwendung geeigneter Drucktechnologien inkl. Integration in industrielle Fertigungsprozesse.

Mit Partnern aus der Industrie wurde bereits exemplarisch die Sensorintegration in Glasfaserverbundwerkstoffe (GFK) demonstriert.

Zur Integration gedruckter Sensoren in Faserverbundwerkstoffe bieten wir (ggfs. gemeinsam mit einem Fertiger für Faserverbundwerkstoffe) folgende FuE-Dienstleistungen an:

- Beratung zu Fragen der Sensorierung von Bauteilen und zum Einsatz von ressourcenschonenden additiven Fertigungstechnologien, skalierbar und integrierbar in Produktionsumgebungen
- Auslegung entsprechend den Kundenanforderungen bzw. eines Belastungsszenarios
- Auswahl maßgeschneiderter verdruckbarer Materialien (Edelmetalle, Metalllegierungen, Polymere, ...)
- Verwendung geeigneter Drucktechnologien inkl. Fragen der Integration in industrielle Fertigungsprozesse
- Evaluierung angepasster Vor- und Nachbehandlungsprozesse, speziell für temperaturempfindliche Substrate
- Fertigung von Sensorstrukturen auf Faserverbund-Bauteilen (Machbarkeitsstudien und Pilotserienfertigung)
- Fertigung von Sensorstrukturen auf Vliesen inkl. Kontaktierungslösungen für die Integration in Faserverbund-Bauteile (Machbarkeitsstudien und Pilotserienfertigung)
- Charakterisierung der Leistungsfähigkeit, Zuverlässigkeit, Alterungsverhalten
- Prozessintegration, Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen und Know-how-Transfer

- 3 *Teststrukturen auf PE-Vlies mit lötbaren Kontaktierungen integriert von Invent GmbH im Autoklavprozess in GFK.*
- 4 *Dispense Temperatursensoren mit Kontaktierungen auf Vlies zur Integration in GFK.*